

COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y FISIOLÓGICOS DE LA PERA VARIEDAD TRIUNFO DE VIENA. [*Pyrus communis*, (L.) Burn], PARA IDENTIFICAR LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE COSECHA.



PRESENTADO POR:
JHON ALEXANDER POVEDA PÉREZ



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
FACULTAD SECCIONAL DUITAMA
DUITAMA - BOYACÁ
2015

**COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y
FISIOLÓGICOS DE LA PERA VARIEDAD TRIUNFO DE VIENA. [*Pyrus
communis*, (L). *Burn*], PARA IDENTIFICAR LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE
COSECHA.**

Presentado Por:

JHON ALEXANDER POVEDA PEREZ

Código: 200922661

DIRECTOR:

DARIO ALBERTO PINTO MEDINA

Ing. De Alimentos

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS**

FACULTAD SECCIONAL DUITAMA

DUITAMA - BOYACÁ

2015

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado principalmente a **Dios**, por haberme dado la oportunidad de llegar a un momento tan crucial en mi vida, por permitirme culminar mis estudios profesionales, formarme como persona y enseñarme lo más lindo que es la vida, dándome fuerzas para seguir adelante y no decaer en los momentos más difíciles que se presentaron en el transcurso.

Del mismo modo dedico este proyecto a mis padres **Luz Marina Pérez Piragua y Nofal Poveda Pinto** por haber formado una familia tan maravillosa, por haberme apoyado y guiado en el transcurso de mis estudios, porque estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional, formándome desde casa con buenos valores y principios, que fue muy importante para que esto fuese realidad.

A mis hermanas **Andrea Aguirre y Fernanda Poveda** por haberme acompañado en el transcurso de mi carrera, por los momentos tan maravillosos que han pasado a mi lado y los momentos difíciles, los cuales hemos podido superar como familia.

A mi hermosa Esposa **Sandra Milena Fonseca Aguilar** que llegó en un momento tan crucial en mi vida, este trabajo tan arduo sin su apoyo no sería realidad, donde transformo y guio mi vida en un momento donde estaba perdido del camino y cuando más necesitaba de apoyo. Por colabórame y ayudarme en los momentos cuando más lo necesitaba.

A toda mi familia porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A todos mis amigos en especial **Edwin y Erika** por ayudarme en el transcurso de la investigación y de mi carrera, este trabajo de grado sin su apoyo no hubiese culminado. Por brindarme su amistad y buenos deseos

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo y por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Y por último al Profesor **Darío Alberto Medina** por guiarme y colaborarme en el transcurso de la investigación, siendo más que un profesor, fue un amigo que me ayudo para que este proyecto culminara con éxito.

JHON ALEXANDER POVEDA PEREZ

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Duitama 27 Noviembre de 2015.

AGRADECIMIENTO

Para triunfar en la vida no es importante llegar primero, para triunfar hay que saber llegar, La culminación de esta etapa tan importante en mi vida Agradezco primeramente Dios por darme la oportunidad de culminar este trabajo de grado tan maravilloso.

A la UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA Y SU ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS por brindarnos la oportunidad de estudiar y por haberme aceptado ser parte de ella, lo cual tiene un gran equipo de profesores.

Al director de tesis, Darío Alberto Pinto Medina por haberme guiado y a su vez transmitirme conocimientos que sirvieron para la realización de este proyecto.

También nos gustaría agradecer a Edwin y Erika por brindarme su amabilidad, colaboración y apoyo para sacar adelante el proyecto.

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo

RESUMEN

El siguiente proyecto de investigación tuvo como objetivo medir los parámetros fisicoquímicos y fisiológicos de la pera variedad Triunfo de Viena (*Pyrus communis* L.) En siete estados de madurez, almacenadas a temperatura de 18,8°C y con una humedad relativa de 52,2%, las pruebas fueron realizadas en las instalaciones de la unidad de investigación y extensión agroindustrial que pertenece a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Las mediciones a los frutos se realizaron durante 15 días después de haber sido cosechada. Las pruebas aplicadas fueron pérdida de peso, grados Brix, pH, acidez titulable, intensidad respiratoria y firmeza. La pera es un producto climatérico y debe cosecharse cuando la intensidad respiratoria presenta un valor mínimo, con el fin de facilitar su manejo poscosecha y prolongar el tiempo de almacenamiento, retardando el climaterio y disminuyendo los cambios fisiológicos como la hidrólisis del almidón, aumento de los sólidos solubles totales, pérdida de color y la transformación de la pectina, responsable por la turgencia y pérdida de firmeza de la pulpa. Durante la investigación se evidencio un decrecimiento del porcentaje de ácido málico predominante en la pera, de la firmeza y del pH; causado principalmente por la alta intensidad respiratoria que mantuvieron los frutos y sumado a esto las condiciones de almacenamiento (temperatura ambiente) a las que estuvieron expuestos cada uno de los estados de madurez. En la primera toma de datos presentaron valores en su firmeza de 0,3 a 0,4 Kg/ centímetro cuadrado, sólidos solubles totales de 8,53° Brix a 11,13° Brix, pH de 3,40 a 3,68, acidez titulable de 0,21% a 0,29% (% de ácido málico), intensidad respiratoria de 10,43 mg de CO₂/ Kg de fruto*minuto a 15,40 mg de CO₂/ Kg de fruto*minuto y pérdida de peso de 3,11% a 4,76%, observando variaciones constantes durante los quince días que duró la investigación.

Palabras claves: Pera, Sólidos Solubles Totales, Tratamientos, Estados de Madurez, Firmeza, Acidez Titulable, Intensidad Respiratoria, Pérdida de Peso.

ABSTRATC

This investigation had as mean goal got the physicochemical and physiological parameters of pear ev. Triunfo de Viena (*Pyrus communis L.*) about its seven states of maturity, stored at a temperature of 18,8 °C, and at relative humidity of 52.2% improving in the agroindustrial extension of investigation unit that being part of Technological and Pedagogical University of Colombia. The fruits measurements were performed for 15 days, since they were harvested. The applied testing were lost weight, ° brix, pH, titratable acidity, intensity rate, and firmness. The pear is a climacteric fruit, and it should harvest when the intensity rate is minimum, which facilitate post-harvest handling, and make last Storage time, delaying menopause reducing the physiological changes, like starch hydrolysis, increase in total soluble solids, , Fading and changing protopectin, responsible for the loss of firmness and flesh firmness. During the investigation a decrease in the percentage of malic acid dominant pear, firmness and pH was evident; mainly caused by the high respiratory intensity that kept the fruits and added to this storage conditions (room temperature) which were exposed to each of the stages of maturity. In the first data presented firmness values of 0.3 to 0.4 kg / square inch, total soluble solids of 8.53 ° to 11.13 ° Brix, pH of 3.40 to 3.68, titratable acidity of 0.21% to 0.29% (% malic acid), respiratory rate of CO₂ 10.43 mg / Kg of fruit * minute CO₂ 15.40 mg / kg * min and fruit loss weight 3.11% to 4.76%, constant variations observed during the fifteen days of the investigation.

Keys words: pear, weight lost, °Brix, pH, titratable acidity, intensity rate, and firmness, states of maturity.

TABLA DE CONTENIDO

1.	TITULO.....	13
	INTRODUCCIÓN	14
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.1	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
3.	JUSTIFICACIÓN	17
4.	OBJETIVOS	19
4.1.	Objetivo general	19
4.2.	Objetivos específicos	19
5.	MARCO DE REFERENCIA	20
5.1.	MARCO TEÓRICO.....	20
5.1.1.	PRODUCCIÓN E IMPORTANCIA DE CADUCIFOLIOS EN COLOMBIA.....	20
5.1.2.	ORIGEN	20
5.1.3.	TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA.....	21
5.1.4.	REQUERIMIENTOS DE CLIMA	22
5.1.5.	REQUERIMIENTOS DE SUELO	22
5.1.6.	VALOR NUTRICIONAL	22
5.1.7.	MADUREZ.....	23
5.1.8.	COSECHA.....	24
5.2.	MARCO CONCEPTUAL	25
5.3.	MARCO LEGAL	27
5.4.	MARCO GEOGRÁFICO.....	28
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	29

6.1. MATERIALES	29
6.2. METODOS	31
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	36
7.1. FIRMEZA	36
7.2. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES	38
7.3. pH.....	40
7.4. ACIDEZ	42
7.5. RESPIRACIÓN	44
7.6. PÉRDIDA DE PESO	45
8. TABLA COLORIMÉTRICA DEL FRUTO DEL PERAL [<i>Pyrus Communis</i> , (L). <i>Burn</i>] cv. <i>Triunfo De Viena</i>	48
9. CONCLUSIONES	49
10. RECOMENDACIONES	51
11. BIBLIOGRAFÍA.....	52
12. ANEXOS	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla nutricional de la pera -----	23
Tabla 2. Tratamientos -----	31
Tabla 3. Diagrama de flujo de las variables analizadas -----	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de la firmeza	37
Figura 2. Comportamiento de los sólidos solubles totales.....	39
Figura 3. Comportamiento del pH.....	41
Figura 4. Comportamiento de la acidez titulable.....	43
Figura 5. Comportamiento de la tasa respiratoria.....	44
Figura 6. Comportamiento de la pérdida de peso.....	46

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Termómetro Higrómetro para la medición de la humedad relativa y la temperatura. -----	56
ANEXO 2. Grados de madurez del fruto del peral [<i>Pyrus Communis, (L). Burn</i>] cv. <i>Triunfo de Viena</i>)-----	56
ANEXO 3. Realización de las pruebas fisicoquímicas y fisiológicas en el laboratorio poscosecha de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia seccional Duitama. -----	56
ANEXO 4. Presencia de deshidratación en la pera causado principalmente por la alta respiración del fruto. -----	57
ANEXO 5. Medición de la tasa respiratoria. -----	57

1. TITULO

COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y FISIOLÓGICOS DE LA PERA VARIEDAD TRIUNFO DE VIENA. [*Pyrus communis*, (L). Burn], PARA IDENTIFICAR LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE COSECHA.

INTRODUCCIÓN

Los productores en el proceso de la recolección utilizan el método de observación donde evidencia cambios de color y tamaño; es por esto que se generan pérdidas dado a que no reconocen el punto óptimo de cosecha (Parra et al., 2013). En Colombia existen dificultades para satisfacer el mercado con productos de buena calidad que satisfagan las necesidades de las personas empezando desde la recolección del producto; perjudicando y modificando su aspecto físico y nutricional, otra causa es la falta de capacitación y de organización de los pequeños y medianos agricultores, desconocimiento de prácticas tecnológicas apropiadas antes, durante y después de la cosecha, en el país se pierde entre el 40 y el 60% de la producción de frutas según (Parra et al. , 2013). El proceso de poscosecha aún no se desarrolla por los agricultores eficientemente, lo que perjudica la perecibilidad, calidad y apariencia física del producto.

Este estudio contribuirá en la obtención de información clara que permita evaluar el comportamiento de parámetros fisicoquímicos y fisiológicos de la pera [*Pyrus communis*, (L). *Burn*] cv. Triunfo de Viena, para identificar las condiciones óptimas de cosecha, además ayudaría a la rentabilidad de cada uno de los productores que se dedican a la producción y comercialización de pera, mejorando la calidad de vida de los agricultores que realizan dicha actividad.

La investigación se basa en identificar y dar a conocer el comportamiento fisicoquímico y fisiológico de la pera variedad Triunfo de Viena en siete estados de madurez, midiendo la respiración, color, peso, grados brix, firmeza, pH, acidez y sólidos solubles totales; desarrollando la tabla colorimétrica.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las pérdidas de poscosecha de la pera son causados principalmente por el desconocimiento del índice de madurez (Vásquez y Wayne 1994), si no se tiene conocimiento en aspectos como: respiración, grados Brix, acidez titulable, firmeza y sólidos solubles totales, se genera sobremaduración del fruto, pérdida de peso, disminución de la vida útil, afectando su valor nutricional y su calidad.

La pera pertenece a los frutales caducifolios, es un fruto perecedero (Puentes, 2006) y la mayor parte de las operaciones de acondicionamiento poscosecha tales como: limpieza, selección y clasificación aún no se realizan en forma técnica y eficiente, (Parra et al. , 2013) y más aún cuando no se reconoce el punto óptimo de cosecha y poscosecha, esto contribuye a la baja calidad del producto con cambios en su textura, color, aroma, sabor; que se evidencian a simple vista, generando una pérdida del 20% de la producción total según la (FAO, 2015), además perjudica la rentabilidad de cada uno de los agricultores que se dedican a la producción, comercialización y venta de pera en el país.

Se han realizado estudios en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en productos agrícolas como: naranja, ciruela, durazno, tomate de árbol, entre otros, determinando el punto óptimo de cosecha en cada estado de madurez: verde, pintón, maduro y sobremaduro; sin embargo, en la Universidad no existen estudios actualizados en el comportamiento fisicoquímico y fisiológico de la pera variedad Triunfo de Viena. Esta investigación contribuirá a la disminución de pérdidas en el manejo de cosecha, y también aportará un nuevo conocimiento para los estudiantes que deseen indagar sobre el tema.

En la actualidad el sector agropecuario pasa por una serie de problemáticas que afectan principalmente al productor primario, donde sus productos son poco competitivos con respecto a los ofrecidos por mercados internacionales (revista

semana, 2012), sumado a esto, los altos costos de producción en el país terminan por generar pérdidas a los agricultores, debido a las fluctuaciones de precio en épocas de abundancia, dejando al productor con pocas alternativas para acceder a subsidios ofertados por el gobierno, igualmente se presenta la falta de innovación e investigación por parte de ellos para mejorar la calidad de sus productos.

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existen pérdidas de fruto por desconocimientos de los productores del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y fisiológicos de la pera variedad Triunfo de Viena?

3. JUSTIFICACIÓN

Según (Bautista, 2011) la pera es un producto climatérico y debe cosecharse cuando la intensidad respiratoria presenta un valor mínimo, con el fin de facilitar su manejo poscosecha y prolongar el tiempo de almacenamiento, retardando el climaterio y disminuyendo los cambios fisiológicos como la hidrólisis del almidón, aumento de los sólidos solubles totales, pérdida de color y la transformación de la propectina, responsable por la turgencia y pérdida de firmeza de la pulpa; al realizar la investigación se determinará el punto óptimo de cosecha, prolongando la vida útil, reduciendo la pérdida de peso de la fruta.

Según (Hernández et al., 2014) las condiciones del mercado son más exigentes a la hora de comercializar productos agrícolas, pensando más en la calidad que en otros factores, ya que esta juega un papel muy importante al momento de vender, por eso, se debe garantizar desde el inicio de producción hasta que llegue al consumidor final, garantizando su fidelidad y permanencia; lo que atribuye una mayor rentabilidad para el agricultor.

Se han realizado varios estudios en diferentes productos agrícolas dentro de la universidad, faltando profundizar en algunos frutos como la pera, en la investigación se evaluara el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y fisiológicos para la variedad triunfo de Viena: [*Pyrus communis*, (L). Burn] y así identificar las condiciones óptimas de cosecha.

El área cosechada de pera en Colombia para el año 2011 fue de 1.287 hectáreas, con un rendimiento de 11.692 kilogramos por hectárea y con una producción total de 15.048 toneladas; mostrando que el mayor productor de pera en el país es el departamento de Boyacá, concentrando su mayor producción en los municipio de Nuevo Colon con el 81,2%, seguido por Jenesano con el 15.5% y La Ubita con una participación del 0.1%(Anuario estadístico, 2011). Es por esto que se realiza

la investigación, para contribuir con el mejoramiento del sector agropecuario e incentivar al productor en dar valor agregado a cada uno de sus productos y poder ser competitivos en mercados nacionales e internacionales, mejorando así la calidad de vida de los agricultores y familias.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y fisiológicos de la pera variedad triunfo de Viena. [*Pyrus communis*, (L). Burn], para identificar las condiciones óptimas de cosecha.

4.2. Objetivos específicos

- Medir parámetros fisicoquímicos y fisiológicos en la pera [*Pyrus communis*, (L). Burn] variedad Triunfo de Viena; en cada estado de madurez.
- Construir la tabla colorimétrica con los parámetros fisicoquímicos y fisiológicos obtenidos de cada estado de madurez.
- Contribuir al desarrollo del sector frutícola realizando divulgación de los resultados obtenidos por la investigación para que estos sean aplicados por los agricultores.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. MARCO TEÓRICO

5.1.1. PRODUCCIÓN E IMPORTANCIA DE CADUCIFOLIOS EN COLOMBIA

En Colombia, hay una producción total para el año 2014 de 38.175 Ton/año de caducifolios, con una área aproximada de 3.160 hectáreas (Agronet, 2014) a nivel nacional, el departamento de Boyacá cuenta con aproximadamente 2.000 ha plantadas de cultivos de frutales caducifolios como: pera, durazno, ciruelo y manzano (Puentes, 2006). Boyacá es considerado el departamento más importante en la explotación de los cultivos de caducifolios en el país, debido a las ventajas comparativas (clima, suelos, precipitación, acumulación de horas frío, vocación frutícola de los productores y experiencia acumulada por más de 50 años) (Puentes, 2006).

El mayor productor de pera en Colombia está en el departamento de Boyacá con una producción de 15.048 toneladas, en los municipios de Nuevo Colon, Jenesano, Tibaná, Oicata y La Ubita. Según (Anuario estadístico, 2011).

5.1.2. ORIGEN

El origen de los perales se ha establecido en las estribaciones de la cordillera del Cáucaso y a orillas del mar Caspio, se originaron en Europa, África del Norte y Asia Menor, alrededor del mar Mediterráneo (Vargas. 1983, citado por Puentes. 2006).

El origen de las peras cultivadas en Europa se remonta a tiempos muy remotos, probablemente entre 1.000 y 2.000 años a.c. es nativa de las regiones de Europa oriental y de Asia occidental. Deriva al parecer de la selección de razas silvestres de peral (*Pyrus communis* var. *pyraster*) hibridadas con otras varias especies europeas o asiáticas: *pyrusnivalis*jacq., *p. pyrifolia* (burn. f.) nakai, *p. spinosa*forssk; entre otros. Los griegos y los romanos conocieron el cultivo del

peral y fueron estos últimos los que introdujeron su cultivo en la cuenca del Ebro. (Infroagro, 2009).

5.1.3. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

La pera pertenece a la Familia Rosaceae son árboles caducifolios, con una altura entre 5 y 8 m y un diámetro de copa de 0,3 a 0,5 m en la base, con una forma cilíndrica o piramidal bajo condiciones naturales a veces espinosos. Como en la mayoría de los árboles, su altura es generalmente influenciada por la fertilidad del suelo, las prácticas culturales como la poda y el patrón. (Miranda et al., 2013)

- **Sus raíces** son profundas con el eje central muy desarrollado, la que le permite tener un buen anclaje y ser resistente a la sequía.
- **Su tronco** es alto, grueso, de corteza agrietada y gris.
- **Las ramas** se insertan formando un ángulo de 45° con el tronco; son de corteza lisa, primero verde y luego gris-violácea con numerosas lenticelas.
- **Sus hojas** son ovales, finamente dentadas o enteras, coriáceas, glabras, algo lustrosas por el haz y con un pecíolo de igual longitud que la lámina o más corto.
- **Las flores** tienen largos cabillos y forman unos corimbos umbeliformes en la terminación de las ramillas. Tienen un ovario ínfero de color blanco o blanco-rosado, y el cáliz está formado por cinco sépalos lanceolados, estrechados en punta y los pétalos miden generalmente 12-15 mm.
- **El fruto** es en pomo, estrechado en la base. En el interior está dividido en cinco celdillas, cada una con 1 a 2 semillas de cubierta exterior lisa o algo mucilaginoso. La piel del fruto es más o menos lisa, de color verde y toma un color pardo o amarillento al madurar. Su pulpa es dura, en un inicio ácido y en la madurez pasa a ser blanda y dulce. (Alvares y Sánchez, 2010).

5.1.4. REQUERIMIENTOS DE CLIMA

Para un adecuado desarrollo, la pera requiere climas templados y húmedos, con altitudes entre 2000 y 2800 m.s.n.m., temperaturas que oscilen entre 12 y 16°C y períodos de frío de 4 a 7 °C en la época de reposo. Resiste más el frío que el calor, ya que los veranos intensos secan los frutos y les impiden desarrollarse. Adicionalmente requiere alta luminosidad, baja humedad relativa y precipitación anual media de 1000 mm. (Bautista, 2011). Lo que demuestra que el departamento de Boyacá tiene las condiciones adecuadas para la producción de pera.

5.1.5. REQUERIMIENTOS DE SUELO

Requiere suelos profundos y fértiles, preferiblemente con textura media y pH entre 6,0 y 6,8, para que las raíces se desarrollen con facilidad en busca de agua y nutrientes y concentraciones suficientes de N, P, K, Ca, Mg, Mb, B y Zn para lograr un adecuado desarrollo. El contenido de materia orgánica puede variar entre 2,8 y 5,0%; si el valor es menor, debe aplicarse abonos para suplir los requerimientos de la planta (Bautista, 2011).

5.1.6. VALOR NUTRICIONAL

La pera cumple un papel muy importante en la nutrición humana, ya que tiene buen contenido de carbohidratos, por la pectina que reduce el suero del colesterol evitando así el riesgo de enfermedades cardiovasculares, tiene propiedades laxantes, diuréticas y calmantes. El Boro que prevalece ayuda a evitar la pérdida de calcio en los huesos. En los hombres mayores de 40 años, disminuye los problemas de próstata (Miranda et al., 2013).

Es muy rica en agua y Potasio, moderada cantidad de glúcidos y vitaminas A y C; aporta fibras insolubles en su piel y solubles (pectinas) en su pulpa junto con taninos de acción astringente. Por su alto contenido en agua y Potasio es diurética. Los taninos tienen propiedades astringentes y antiinflamatorias, que en

caso de diarrea la pera bien madura y pelada desinflama la mucosa intestinal. (Expfrut, 2013).

Tabla 1. Tabla nutricional de la pera

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	
Porción: 1 pera pequeña (140 g)	
Calorías: 58 • Agua: 83.7 g • Glúcidos totales: 15.5 g • Azúcares totales: 9.8 g • Sacarosa: 0.8 g • Glucosa: 2.8 g • Fructosa: 6.2 g • Fibra: 3.1 g Proteínas: 0.4 g	Grasa: 0.1 g • Colesterol: 0 g • Sodio: 1 mg • Potasio: 119 mg • Calcio: 9 mg • Vitamina B9: 7 mcg • Betacaroteno: 13 mcg • Luteína+zeaxantina: 45 mcg • Fitoesteroles: 8 mg

Fuente: (Expfrut, 2013)

5.1.7. MADUREZ

La maduración de la pera se realiza después del almacenamiento donde desarrolla sus cualidades organolépticas como sabor, aroma; entre otras. Es por ello, que para estimular la maduración y para mantener su capacidad de madurar, es necesario manejar la fruta en forma específica como: son sus requerimientos de horas frío después de haber sido cosechada. (Vásquez y Wayne. 1994).

La madurez correcta para la cosecha es importante porque mejora la calidad del producto y cuando alcanzan la madurez apropiada son menos sensibles a los problemas fisiológicos y tienen la capacidad de alcanzar la madurez completa después del almacenamiento. (Vásquez y Wayne 1994.).

La pera que se cosecha antes de la plena madurez puede perder la capacidad de sobrevivir en almacenamiento o tener una baja calidad, lo mismo ocurre cuando las peras son cosechadas muy temprano son sensibles a la decoloración y otros desórdenes fisiológicos y los frutos cosechadas tardíamente usualmente tienen

incidencia alta de oxidación interna y presentan daño Por CO₂. (Vásquez y Wayne. 1994)

5.1.8. COSECHA

En esta actividad se debe contar con empaques de almacenamiento para evitar el daño del fruto, garantizando una excelente presentación en el mercado y un buen precio. En la cosecha de la pera se debe tener cuidado de no golpear y lastimar la fruta por fricción. Si se lastima por fricción, el fruto empezará a tomar una decoloración café debido a la formación de compuestos fenólicos. Esas decoloraciones no disminuye el deseo de consumir el fruto, pero al consumidor no le agrada su presentación.

La sensibilidad a la decoloración de la piel aumenta en el almacenamiento, por ello se recomienda un empaque favorable después de la cosecha que garantice el cuidado de la pera. (Vásquez y Wayne. 1994).

5.2. MARCO CONCEPTUAL

Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron conceptos como por ejemplo los frutos caducifolios; Son aquellos que en alguna temporada del año pierden sus hojas por completo, cabe destacar que no todas las especies caducifolias pierden sus hojas al mismo tiempo, ni siquiera la misma planta las perderá en la misma fecha año tras año, ya que la defoliación responde a las características climáticas de cada sitio y a las condiciones de cada año en particular. En su fase de preparación para la estación fría, los caducifolios detienen progresivamente su crecimiento, eliminan sus hojas, y se preparan para resistir el frío, al producir inhibidores de crecimiento en las hojas, que se acumulan en las yemas para evitar la brotación. (Puentes, 2006).

Así mismo la fruta es considerada como un órgano comestible de la planta, constituido por el ovario fecundado y maduro de la flor, que por lo general contiene una o más semillas y cualquier parte de la flor que tenga íntima asociación con dicho ovario. (Incontec, 2013)

Por otro lado la pera o el fruto del peral, tiene características de color verde o amarillo, ancho por la parte de abajo y delgado por la de arriba, con la piel fina y la carne blanca, muy jugoso, de sabor dulce o ácido y en el centro, unas semillas pequeñas de color negro. (Incontec, 2013)

En cuanto a la madurez se dice que es un proceso fisiológico y bioquímico, que está bajo control genético y hormonal, es un proceso que está acompañado por múltiples cambios a nivel celular, más que por un aumento de tamaño. Las manifestaciones de la madurez pueden ser identificadas y asociadas al proceso de la recolección, para lo cual se establecen índices de recolección, los cuales pueden ser utilizados en manejos para mitigar o retrasar la senescencia. (Hernández et al., 2014)

De igual forma la cosecha es el proceso de recolección de productos agrícolas, en el cual su desarrollo fisiológico (crecimiento celular) ya ha terminado y dependiendo de las características de respiración del producto (climatérico no climatérico) y del uso que se vaya a tener con este (consumo inmediato, consumo luego de varios días, utilización en agroindustria), se determina el día de cosecha denominado (índice de cosecha). (Artículo, 2014).

En cuanto a la poscosecha se refiere al conocimiento de los procesos adecuados que se le hacen a un producto cosechado y la tecnología de manejo necesario que se le haga en estado natural y fresco.

Por último la calidad es el conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie. (Icontec, 2013).

5.3. MARCO LEGAL

NORMA	AÑO	DESCRIPCIÓN
RESOLUCIÓN 7992	1991	Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de Jugos. Concentrados, Néctares, Pulpas, Pulpas Azucaradas y Refrescos de Frutas.
NTC 4962	2001	Esta norma se aplica a las peras en conserva, que están destinadas al consumo directo, inclusive para fines de hostelería o para reenvasado en caso necesario.
NTC 695	2013	Esta norma establece los términos y las definiciones generales de las frutas, las legumbres y las hortalizas procesadas aptas para el consumo humano.
RESOLUCIÓN 3929	2013	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de estos que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional.

Fuente: Icontec 2013

5.4. MARCO GEOGRÁFICO

Los frutos que se emplearon en la investigación fue frutos del peral [*Pyrus communis*, (L.) Burn] cv. *Triunfo de Viena*), producidas en la granja experimental Tunguavita de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, ubicada en el municipio de Paipa (Boyacá), vereda el Salitre. Sus condiciones ambientales son: Altitud de 2480 m.s.n.m, Latitud de 0.5°45' Norte, Longitud de 73° 45' Oeste Temperatura promedio de 14.3°C, Humedad relativa de 78% y una Precipitación de 737.9 Mm3 /año.

Luego los frutos fueron llevados al laboratorio de poscosecha de la unidad de investigación y Extensión Agroindustrial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, ubicada en la ciudad de Duitama (Boyacá), que pertenece a la escuela de Administración de Empresas Agropecuarias, dando a disposición los materiales para la investigación. Sus condiciones ambientales son: Temperatura media: 16 °C, Altura 2.590 m.s.n.m. y una humedad relativa de 56%.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. MATERIALES

MATERIAL VEGETAL	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD REQUERIDA	IMAGEN
Pera	Kg	25 kilogramos (1 canastilla)	
CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS	PRUEBA	INSTRUMENTO	IMAGEN
Físicas	Peso	Balanza Marca boeco e=0.02	
	Firmeza	Penetrómetro Ref: PCE-PIR 200, e= 0.05	
Fisiológica	Respiración	Respirómetro Vierner Labquest	

Químicas	° Brix	Refractómetro Digital Pal 1 e= 0.02 % Escala 0-53%	
	pH	PH metro Digital Ref: 05632066 e= 0.02 Escala 0-14	
	Acidez	Bureta digital	

Fuente: Autor, 2015

6.2. METODOS

DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la investigación se tomaron muestras al azar de cada estado de madurez, (7 tratamientos), de cada tratamiento se realizaron tres repeticiones para un total de 21 unidades experimentales (UE), cada unidad experimental estuvo compuesta de 5250 gramos. (21 unidades* 250 gramos que pesa una fruta). A cada una los tratamientos se les realizó pruebas fisicoquímicas como: color, pH, acidez, firmeza, sólidos solubles totales; realizadas cada 8 días y pruebas fisiológicas como: pérdida de peso y respiración, cada 4 días.

Los tratamientos que se realizaron en la investigación se muestran a continuación:

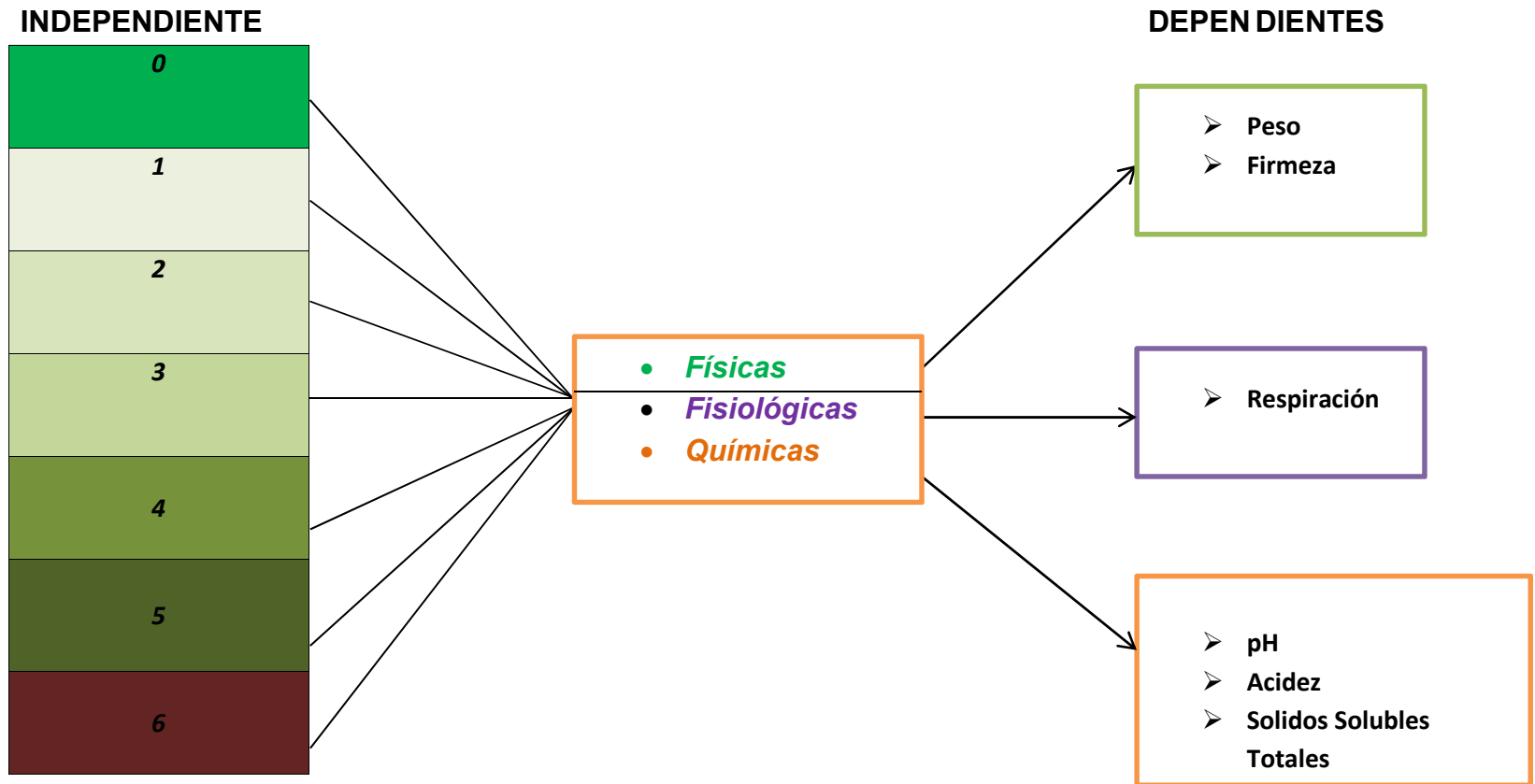
Tabla 2. Tratamientos

PARÁMETROS	ESTADOS DE MADUREZ 						
	0	1	2	3	4	5	6
INDICES DE MADUREZ							
GRADOS BRUX	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
PH	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ACIDEZ	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
SOLIDOS SOLUBLES TOTALES	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
PÉRDIDA DE PESO	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6
RESPIRACIÓN	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6
FIRMEZA	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6

Fuente: Autor, 2015

B= grados Brix. P= pH. A= Acidez. S=Solidos Solubles Totales. E=Peso. F= Firmeza R= Respiración.

Tabla 3. Diagrama de flujo de las variables analizadas



Las variables independientes son los siete estados de madurez caracterizados en el fruto del peral peral [*Pyrus communis*, (L.) Burn] cv. Triunfo de Viena) y las variables dependientes son las pruebas fisicoquímicas y fisiológicas realizadas en la investigación.

METODOLOGÍA

Una vez recolectados los frutos fueron llevados al laboratorio de poscosecha de la unidad de investigación y extensión agroindustrial seccional Duitama para ser sometidos a las diferentes pruebas fisicoquímicas y fisiológicas.

Los frutos se almacenaron a una temperatura de 18,8°C y una Humedad relativa del 52.2%, estas variables se controlaron con un termómetro higrómetro que se ubicaron en la zona de almacenamiento. (Ver anexo 1). Las pruebas fisicoquímicas y fisiológicas se llevaron a cabo durante un periodo de tiempo de 15 días, según lo estipulado en el cronograma de actividades.

Los parámetros o variables de medición que se realizaron en la investigación se describen a continuación:

➤ **COLOR**

Grados de madurez determinados por el color de epidermis, almacenados a temperatura Ambiente (18,8 °C), durante dos semanas. (Ver anexo 2). Esta caracterización se realizó visualmente mediante la disminución del color verde en la fruta y el aumento del color amarillo debido a la maduración.

➤ **FIRMEZA DEL FRUTO (N)**

La determinación de la firmeza se realizó con un penetrómetro digital referencia PCE-PIR 200, con un margen de error de 0,05, donde se basa en la presión necesaria para insertar un puntal de tamaño específico en la pulpa de la fruta a una profundidad dada.

➤ **ACIDEZ TITULABLE (ATT)**

Se realizó mediante cálculos con datos de volumen de NaOH gastados en la titulación, incorporado en 1 g de jugo de la fruta, agregando 3 gotas de fenoftaleína. Para ello, se utilizó la fórmula. $\% \text{Acidez} = (A \cdot B \cdot C) \cdot 100 / D$. En donde: A = Volumen de NaOH gastado; B = Normalidad del NaOH (0,097 meq•ml⁻¹); C =

peso equivalente expresado en g de ácido predominante en el fruto (ácido málico 0,067 g meq-1); D = peso en gramos de la muestra utilizada (1g).

➤ **SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)**

A través de mediciones de grados Brix con un refractómetro digital marca Hanna de rango 0 a 85% con precisión 0,1 ° Brix, donde se depositó el zumo de jugo de la fruta en el refractómetro digital y esperamos 1 minuto donde obtendremos los resultados o la cantidad de azúcares en la fruta. Los refractómetros digitales, que tienen su propia fuente de luz monocromática, y su lectura está dada con precisión, para frutas ácidas como la pera ya que es indispensable hacer la correlación por acidez.

➤ **pH**

Se tomarán 10 ml de jugo de pera y se medirá con un potenciómetro marca testo modelo 2006 previamente calibrado con soluciones buffer de pH 7,0 y 4,0. La medición del pH se realizó con un potenciómetro ya calibrado, donde se sumerge en el zumo de jugo y se introduce el electrodo o sensor, inmediatamente después de haber sumergido el electrodo se obtiene el porcentaje de acidez en la fruta.

➤ **DETERMINACIÓN DE LA TASA DE RESPIRACIÓN (MG CO₂ KG⁻¹ H⁻¹)**

Se colocaron a respirar aproximadamente 525 g de frutos en tres cámaras herméticas con un volumen nominal de 2 L cada una, en cada una de las cámaras se ubicó un sensor infrarrojo de CO₂, el cual se conectó al panel del Labquest (equipo de captura de datos). Los valores de CO₂ se calcularon al obtener la pendiente arrojada, y se reemplazó por la fórmula obteniendo los mgCO₂/Kg*min corresponde a la tasa respiratoria, se tuvo en cuenta el peso de los frutos y el volumen de la cámara para convertir los datos a mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹.

➤ **PÉRDIDA DE PESO**

En la investigación se realizó el seguimiento del porcentaje de pérdida de peso en cada uno de los estados de madurez cada cuatro días, en esta medición se utilizó la balanza marca boeco con un margen de error de 0,02.

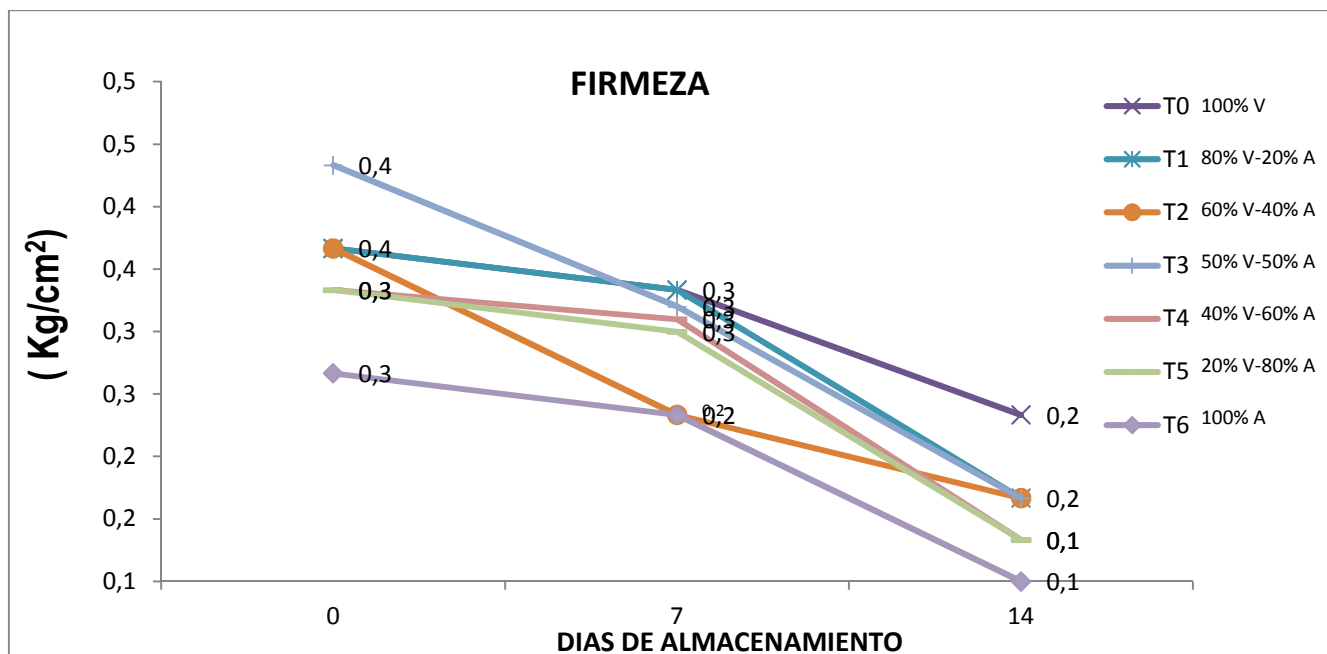
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1. FIRMEZA

En la gráfica (Figura 1) se muestra una disminución de la firmeza durante 14 días que fue el periodo de almacenamiento en todos los tratamientos, evidenciando que desde el estado verde (T0) hasta el estado sobre maduro (T6) su firmeza se pierde rápidamente a temperatura ambiente. Este comportamiento se debe a que las sustancias cementantes que le proporcionan la turgencia al fruto (protopectinas y pectinas) se transforman en ácidos pécticos solubles en agua y otras sustancias, produciendo el característico ablandamiento de la fruta madura.(Parra et al., 2013). Según Gallo (1997), citado por Díaz et al, (2008) ha concluido que en el árbol o en el almacén las frutas cambian su firmeza mientras maduran. El ablandamiento se debe a la maduración o marchitamiento.

Se evidencio que el estado de madurez T2 (60% verde, 40% amarillo) fue uno los tratamientos que menos perdió firmeza durante los 14 días de almacenamiento; el resto de los estados están en promedio de 1 a 2 kg/cm² proporcionando el característico ablandamiento del fruto.

Figura 1. Comportamiento de la firmeza



Fuente; Autor, 2015

Figura 1. Comportamiento de la firmeza en Pera var. Triunfo de Viena, cosechadas en diferentes estados de madurez; T0: 100% verde; T1: 80% verde, 20% amarillo; T2: 60% verde, 40% amarillo; T3: 50% verde, 50% amarillo; T4: 40% verde, 60% amarillo; T5: 20% verde, 80% amarillo y T6 100% amarillo; almacenadas a temperatura ambiente (18,8 °C-52,2% HR)

La firmeza está relacionada con los diferentes estados durante el proceso de maduración, por lo tanto la firmeza de la fruta es considerada como un buen indicativo de la madurez. La firmeza depende del estado de la fruta en el momento de recolección, de la temperatura y forma de almacenamiento y puede relacionarse con el color externo. (Manosalve et al., 2007). La pared celular de la fruta va cambiando la textura de ésta, haciéndola cada vez más blanda a medida que madura. El proceso de maduración va acompañado de un ablandamiento (Reid, 2002) de los tejidos generados por la degradación de carbohidratos especialmente de pectina y celulosa, que debilitan la pared celular (Gallo, 1996).

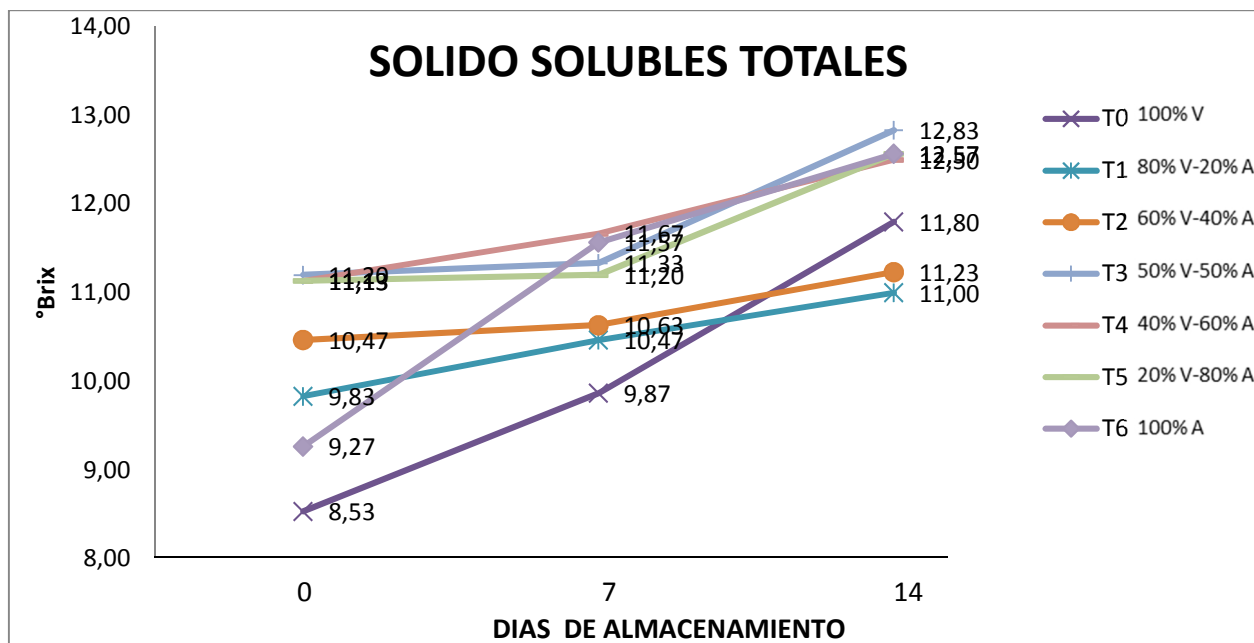
En este caso se encontró que las primeras mediciones que se realizaron a los frutos tenían en promedio de 3 a 4 kilogramos por centímetro cuadrado, donde su firmeza fue disminuyendo en el día 7 y 14 de las pruebas, debido a la maduración de cada uno de los estados y su vez a la condiciones ambientales que estuvieron

expuestas las frutas como: la humedad relativa y la temperatura. La pérdida de firmeza en la Pera parece estar asociado con varios procesos. El primero de éstos es la ruptura del almidón para formar azúcares, ya que los gránulos de almidón pueden tener una función estructural en las células. El segundo es la ruptura de las paredes de las células debido a la solubilidad de sustancias pépticas e incluso la ruptura de la celulosa. (Pacheco y Vivas, 2006).

7.2. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Los sólidos solubles totales de cada uno de los tratamientos aumentaron de manera considerable desde el día 0 hasta el día 14 que duro la investigación, donde los frutos 100% amarillo del tratamiento (T6), iniciaron con 9.27 ° Brix y finalizaron con 12.57° Brix, siendo uno de los tratamientos que más incremento sus solidos solubles totales durante las pruebas, además se observó que el tratamiento (T0) fue uno de los que presento grados Brix más bajos con 8,53° Brix, hasta llegar a 11,8°Brix en el último día de monitoreo o toma de datos, y los frutos del tratamiento T3 (50% verde, 50% amarillo) alcanzaron el máximo contenido de azúcar llegando a 12.83°Brix (Figura 2).

FIGURA 2. Comportamiento de los sólidos solubles totales



Fuente; Autor, 2015

Figura 2. Comportamiento de los sólidos solubles totales en Pera var. Triunfo de Viena, cosechadas en diferentes estados de madurez; T0: 100% verde; T1: 80% verde, 20% amarillo; T2: 60% verde, 40% amarillo; T3: 50% verde, 50% amarillo; T4: 40% verde, 60% amarillo; T5: 20% verde, 80% amarillo y T6 100% amarillo; almacenadas a temperatura ambiente (18,8 °C-52,2% HR)

En las frutas el sabor se expresa normalmente en términos de la combinación de principios dulces y ácidos, lo que es un indicador de la madurez y de la calidad gustativa. El contenido de los sólidos solubles es una buena estimación de la cantidad de azúcares totales y muchos frutos deben tener un contenido mínimo de sólidos para ser cosechados. Los ácidos orgánicos (crítico, málico, oxálico, tartárico) son el otro importante componente del sabor y tiende a disminuir a medida que el fruto madura por la relación con los sólidos solubles y es por esto que empieza a aumentar. (Camelo, 2003). Los SST están presentes en el fruto porque ha sucedido una reacción de síntesis de azúcares a través del proceso de hidrólisis del almidón, constituido por cadenas de amilasa y amilopectina, las cuales se desdoblan hasta moléculas más simples como la glucosa (De Man, 1999).

Según Thompson (1998), citado por Díaz et al, (2008) afirma que en la fruta climatérica los carbohidratos se acumulan en la maduración en forma de almidón. A medida que la fruta madura, se convierten en azúcares.

Dado a la alta respiración del fruto después de ser cosechada se inicia un proceso de liberar una serie de enzimas que induce el rompimiento de moléculas de gran tamaño y que sirve de fuente de reserva energética de la pera, donde los almidones al romperse forman azúcares más simples que varían el sabor (ácido a dulce) donde se incrementa los grados Brix. Es por ello que los tratamientos aumentaron en forma considerable durante las pruebas realizadas, además que la fruta es climatérica los carbohidratos se acumulan durante la maduración en forma de almidón; a medida que la fruta madura, este almidón se convierte en azúcares.

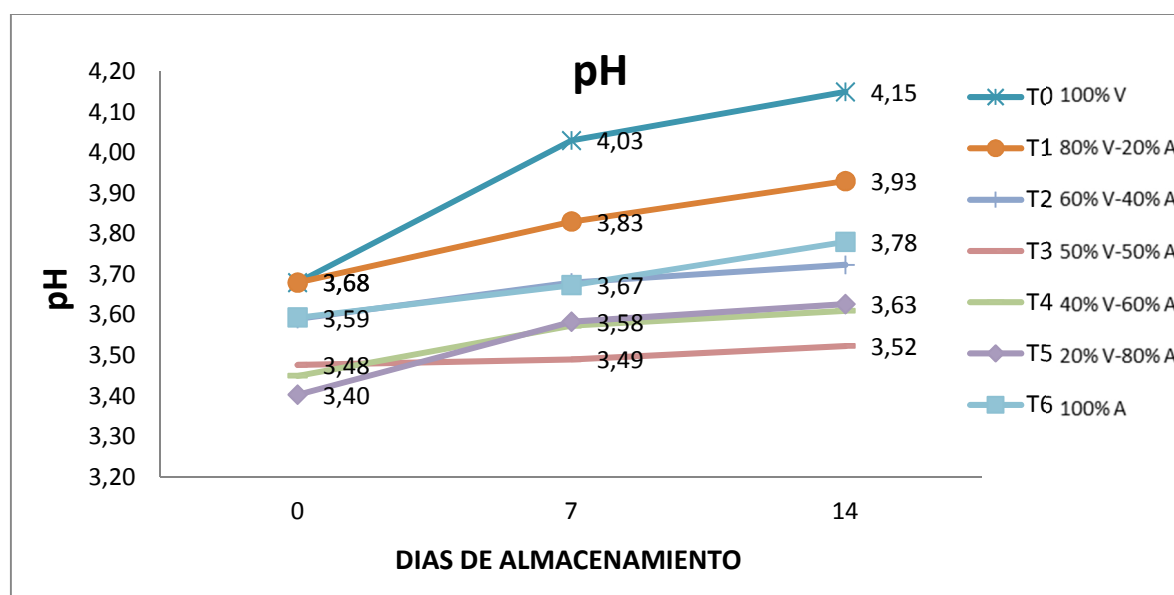
El tratamiento que mantuvo una estabilidad de sólidos solubles totales y ácidos fue el estado de madurez T1 (80% verde, 20% amarillo), dado a que sus grados Brix crecieron lentamente, manteniendo la proporción de ácido málico y azúcares que hacen que la fruta sea más apetecida al consumirla.

7.3. pH

Todos los tratamientos presentaron un comportamiento ascendente durante el almacenamiento, ya que es normal que en la mayoría de los frutos se presente la disminución en el porcentaje de acidez y aumente el contenido de azúcar. Se encontró que en todos los estados de madurez que van del tratamiento 0 al tratamiento 6 en el primer día de toma de datos se estuvo valores entre 3,68 a 3,40, disminuyendo su acidez en los días 7 y 14, causado principalmente por la maduración del fruto y la alta respiración que tuvo la pera debido a las condiciones ambientales que estuvieron expuestas. (Figura 3). En los tratamientos T2 (60% verde, 40% amarillo), T3: (50% verde, 50% amarillo) y T6 (100% amarillo) la disminución del pH fue muy paulatinamente en cuanto a los demás tratamientos, en cambio el estado de madurez verde que corresponde al tratamiento 0, su

acidez decae considerablemente en el día 7 y más aún en el día 14 de la investigación, donde su pH alcanza el 4,15; siendo uno de los tratamientos donde su contenido de acidez es más bajo en comparación a los demás.

Figura 3. Comportamiento del pH



Fuente; Autor, 2015

Figura 3. Comportamiento de PH en la Pera var. Triunfo de Viena, cosechadas en diferentes estados de madurez; T0: 100% verde; T1: 80% verde, 20% amarillo; T2: 60% verde, 40% amarillo; T3: 50% verde, 50% amarillo; T4: 40% verde, 60% amarillo; T5: 20% verde, 80% amarillo y T6 100% amarillo; almacenadas a temperatura ambiente (18,8 °C-52,2% HR)

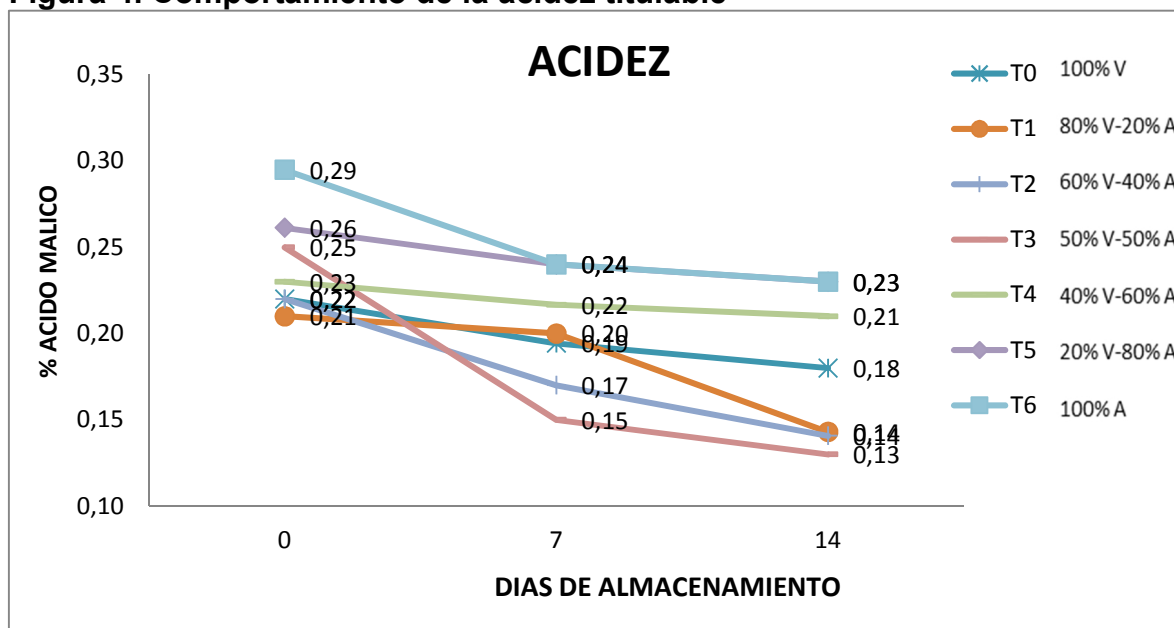
La gran mayoría de los alimentos están clasificados de acuerdo con el pH (potencial de hidrógeno). Los de baja acidez son los que tienen pH igual o sobre 4,5 y los de alta acidez son los que poseen pH bajo de 4,5. El pH de un alimento es la medida de la “acidez” o “alcalinidad” de ese producto. La escala del pH abarca valores que oscilan entre 0 y 14. Un pH inferior a 7 es ácido, un pH de 7 es neutro y un pH superior a 7 es alcalino o básico. El pH en las frutas oscila entre 2,5 a 4,5. En los demás vegetales se aproxima a la neutralidad (6,0 -7,0). La pérdida de color verde es consecuencia de la degradación de la clorofila y esto a su vez se debe a varios procesos secuenciales donde el más relevante es el aumento de pH. (Pacheco y Vivas, 2006).

En la mayoría de los frutos existe una rápida disminución del pH de la pulpa en respuesta del aumento de la madurez. Sin embargo, la magnitud de la disminución depende del cultivo. Generalmente, cuando las frutas se cosechan con el grado de madurez verde-maduro el pH de la pulpa es alto, pero al progresar la maduración, el pH cae. De este modo, el pH de la pulpa podría ser utilizado como un índice de maduración. (Cardona y Velázquez, 2012). La acidez de muchos tipos de frutas cambia a lo largo de la maduración. En los cítricos y en otras muchas frutas, la acidez se reduce progresivamente a medida que la fruta madura en el árbol. (Thompson, (1998), citado por Díaz, et al, (2008).

7.4. ACIDEZ

La acidez descendió en todos los tratamientos, ocasionado principalmente por el aumento de la tasa respiratoria que tuvieron los frutos. En los primeros datos obtenidos, el porcentaje de acidez oscilaban entre 0,21% y 0,29% en todos los estados de madurez, el cual fue disminuyendo durante los días 7 y 14 que duro las pruebas, además se evidencio que en el tratamiento T0 (100% verde) y T4 (40% verde, 60% amarillo) el porcentaje de ácido málico predominante en la pera decae en una proporción considerable en comparación al resto de los tratamientos.

Figura 4. Comportamiento de la acidez titulable



Fuente; Autor, 2015

Figura 4. Comportamiento de la acidez en la Pera var. Triunfo de Viena, cosechadas en diferentes estados de madurez; T0: 100% verde; T1: 80% verde, 20% amarillo; T2: 60% verde, 40% amarillo; T3: 50% verde, 50% amarillo; T4: 40% verde, 60% amarillo; T5: 20% verde, 80% amarillo y T6 100% amarillo; almacenadas a temperatura ambiente (18,8 °C-52,2% HR)

El contenido del ácido málico (acidez titulable), decrece en la medida que el fruto se desarrolla, debido a que los ácidos orgánicos presentes se van transformando en otras sustancias (azúcares) en los procesos de respiración. (Parra et al., 2013).

La determinación de la acidez de alimentos se lleva a cabo mediante una valoración ácido-base; aunque en el caso de frutas y hortalizas, se tratan de los ácidos cítrico, málico, oxálico y tartárico. Los ácidos durante la maduración son respirados o convertidos en azúcares, disminuyendo su contenido a medida que avanza la maduración. (Pacheco y Vivas, 2006).

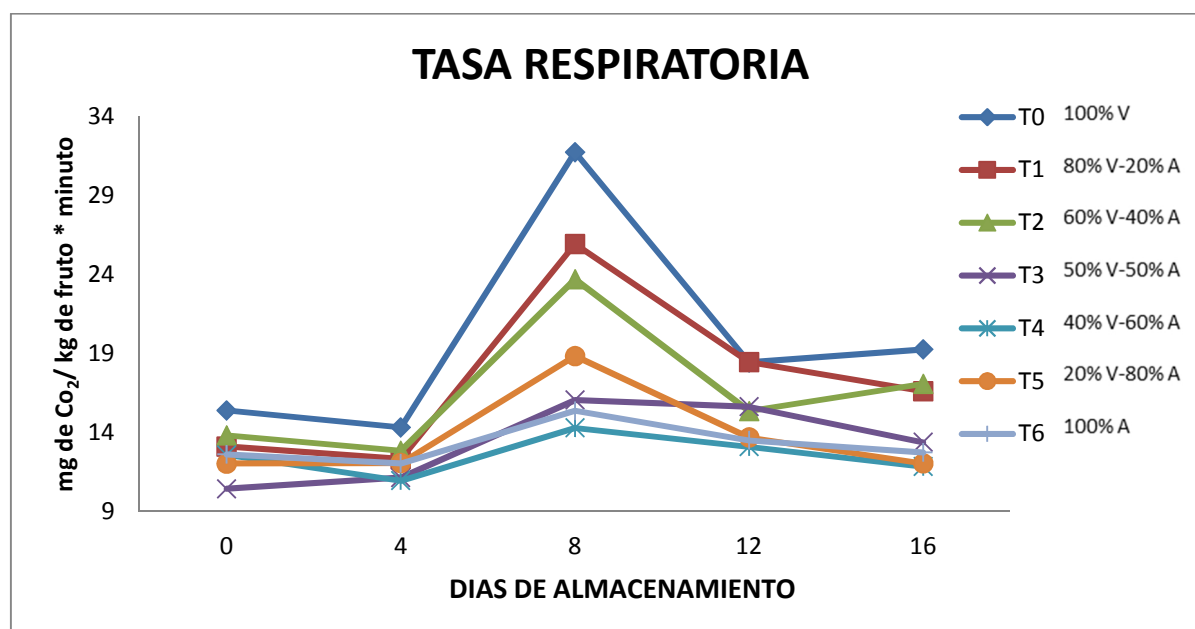
Durante las pruebas se encontró que en los tratamientos T0, T4 y T5 se disminuye lentamente el porcentaje de ácido en el fruto, manteniendo su promedio entre 0,18% a 0,23%, por otro lado se observó que para los tratamientos T1, T3 y T6, su descenso fue más rápido debido a que los frutos presentan una tasa respiratoria

alta en su madurez fisiológica, y en la senescencia desaparecen los compuestos de carácter ácido y predominan los azúcares.

7.5. RESPIRACIÓN

La tasa respiratoria de la pera variedad Triunfo de Viena aumento durante el tiempo de almacenamiento. En el día cero se parte de entre 10-15mg de $\text{CO}_2/\text{kg} \cdot \text{min}$, transcurridos 8 días de almacenamiento la tasa respiratoria alcanza su pico máximo, a partir del día 9 y hasta el día 14 se inicia un descenso en la misma, comportamiento característico en frutos climatéricos. En la figura 5 se observa que el estado de madurez T4 es el que mayor estabilidad presenta en almacenamiento, pues su tasa respiratoria es estable desde el día 0 al 14, donde su máximo pico de respiración se presentó con valores 12 mg de CO_2 por minuto. (Figura 5).

Figura 5. Comportamiento de la tasa respiratoria



Fuente; Autor, 2015

Figura 5. Comportamiento de la respiración en la Pera var. Triunfo de Viena, cosechadas en diferentes estados de madurez; T0: 100% verde; T1: 80% verde, 20% amarillo; T2: 60% verde, 40% amarillo; T3: 50% verde, 50% amarillo; T4: 40% verde, 60% amarillo; T5: 20% verde, 80% amarillo y T6 100% amarillo; almacenadas a temperatura ambiente (18,8 °C-52,2% HR).

En la respiración de los productos cosechados estos usan moléculas de almidón y azúcares almacenados hasta agotar dichas reservas, momento en el cual el proceso respiratorio se detiene dando paso a un proceso de envejecimiento de los tejidos de las estructuras que conducen a la muerte del fruto. (Bonilla, 2002.)

Gallo (1997) la respiración es un proceso metabólico que toma como materia prima compuestos como los azúcares, el almidón y los ácidos orgánicos, los somete a una degradación oxidativa dando como resultado moléculas más simples como el dióxido de carbono, agua y otras moléculas, para ser utilizadas en otras síntesis y liberación de energía.

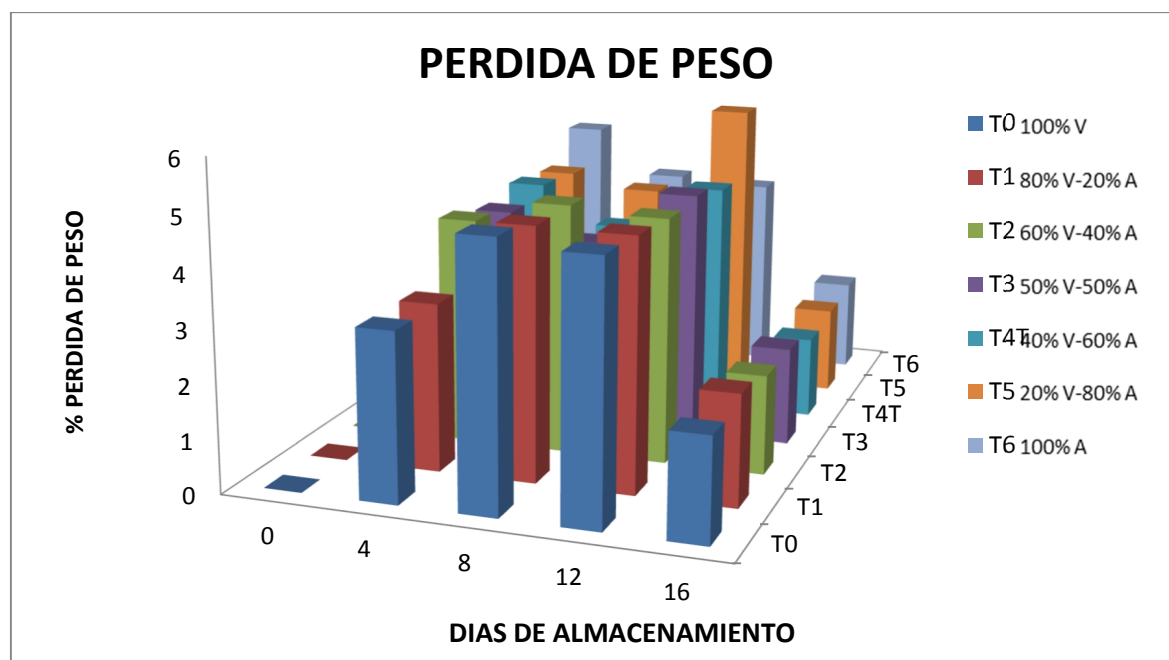
La intensidad respiratoria de un fruto depende de su grado de desarrollo y se mide la cantidad de CO₂ en miligramos que desprende en gramos de fruta en un minuto. A lo largo del crecimiento se produce, en primer lugar, un incremento de la respiración, que va disminuyendo lentamente hasta el estado de maduración. En general, la velocidad de respiración, medida por la producción de dióxido de carbono o por el consumo de oxígeno, es una buena medida de la velocidad de metabolismo y sirve para predecir el almacenamiento de frutas y verduras. Es deseable una baja velocidad de respiración, puesto que indica un bajo porcentaje de utilización de azúcares, que son los principales sustratos respiratorios, y de otros materiales de reserva esenciales, lo que alargará su vida. El objeto de cualquier técnica de almacenamiento es minimizar el deterioro sin alterar el proceso normal de vida. (Pacheco y Vivas, 2006).

7.6. PÉRDIDA DE PESO

Durante el almacenamiento de los frutos hubo tendencia a la pérdida de peso con el transcurso del tiempo en que se realizaron las pruebas fisiológicas, se evidenció que una causa fue la deshidratación de la pera, dado a las condiciones ambientales. El tratamiento con mayor porcentaje de pérdida de peso fue T5 (T5: 20% verde, 80% amarillo), con un 15,28% en 16 días poscosecha y la menor

pérdida de peso fue de 13,9% presentada por el tratamiento T6 (100% amarillo), con una duración poscosecha de 16 días. (Figura 6.)

Figura 6. Comportamiento de la pérdida de peso



Fuente; Autor, 2015

Figura 6. Comportamiento de la pérdida de peso en la Pera var. Triunfo de Viena, cosechadas en diferentes estados de madurez; T0: 100% verde; T1: 80% verde, 20% amarillo; T2: 60% verde, 40% amarillo; T3: 50% verde, 50% amarillo; T4: 40% verde, 60% amarillo; T5: 20% verde, 80% amarillo y T6 100% amarillo; almacenadas a temperatura ambiente (18,8 °C-52,2% HR)

Se observó que la mayoría de los tratamientos presentaron una pérdida considerable en su peso, lo que nos indica que este fruto a temperatura ambiente y a bajas humedades relativas, es susceptible a deshidratarse en el almacenamiento, posiblemente debido a que sus estomas y lenticelas son grandes y permiten un intercambio de agua entre el fruto y el medio externo.

En la primera toma de datos (día 4) los fruto mostraron una leve perdida de su textura, peso y color (Ver anexo 4.), causado por la deshidratación que obtuvieron los frutos y a la degradación de la clorofila, producto de reacciones bioquímicas que ocurren al interior del fruto, y que tienen como objetivo la síntesis de energía,

los días que se observó más la deshidratación o pérdida de peso fueron los días 8 y 12 de la investigación porque es cuando más respira el fruto y por ende, transpira.

La transpiración y en menor medida el consumo de sustratos son la razón de la pérdida de peso en los frutos durante la maduración en poscosecha. Un fruto carnoso tiene alto porcentaje de agua y al ser expuestos a una atmósfera con menos agua, los frutos pierden peso constantemente (Solarte et al., 2005). La disminución de peso es la suma de las pérdidas por transpiración y respiración; puesto que como es fruto climatérico respira mucho por ende libera mayor cantidad de agua. (Osteroh et al., (1996), citado por Guarín y Ramírez, (2014)).

La velocidad y la intensidad de la pérdida de agua dependen del tipo de fruto (presencia de cutícula, lenticelas, apertura o cierre de estomas, etc.), posibles recubrimientos y las condiciones ambientales como temperatura o el gradiente de humedad a la que está expuesta, siendo habitualmente mayor en los primeros días tras la separación de la planta. La pérdida de agua libre es una de las causas principales de deterioro, porque esto da como resultado no solamente pérdidas cuantitativas directas (pérdida de peso), sino también pérdida de calidad relacionada con el aspecto, por pérdida de brillo y turgencia, la textura (pérdida de jugosidad) y el valor nutricional (Solarte et al., 2005).

8. TABLA COLORIMÉTRICA DEL FRUTO DEL PERAL [*Pyrus communis*, (L). Burn] cv. Triunfo De Viena

La pera variedad Triunfo de Viena se define en términos botánicos como un pomo, tiene una forma característica oblonga, de textura firme y epidermis con tonalidades que varían desde el verde amarillento hasta el pardo. La pulpa es de color verde claro y en su madurez contiene un alto porcentaje de humedad; dado a sus condiciones.



	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PESO por unidad	192,30551	254,199384	235,575778	192,088293	198,550525	193,48761	194,564592
FIRMEZA(Kg/cm ²)	0,29357826	0,30835039	0,23469015	0,2243516	0,18171206	0,18761425	0,17370729
pH	3,94799484	3,52848111	3,60750731	3,66821367	3,67846442	3,62760422	3,58348494
ACIDEZ (% acido Málico)	0,18832353	0,18114908	0,20450573	0,22442808	0,22441166	0,2039884	0,17424845
SST (° Brix)	9,90421973	10,4778653	10,2055691	11,0682439	11,41637	12,3170758	11,7550611

9. CONCLUSIONES

- Se determinó que el tratamiento ((T3), 50% Verde – 50% Amarillo) fue el mejor tratamiento ya que mantiene sus condiciones fisicoquímicas y fisiológicas, lo que genera una mayor vida útil en el manejo poscosecha.
- Las exigencias del mercado nos indica que debemos realizar estudios e investigaciones en frutos climatéricos y no climatéricos con el fin de garantizar productos de buena calidad al consumidor y que perdure más su tiempo de almacenamiento.
- Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la pera variedad triunfo de Viena puede llegar a tener una vida útil de entre quince a treinta días después de ser cosechada, siendo un factor determinante la tasa respiratoria y su control.
- En el monitoreo de pérdida de peso, se observó que la mayoría de los tratamientos disminuyen considerable su peso, lo que nos indica que este fruto a temperatura ambiente y a bajas humedades relativas, es susceptible a deshidratarse en el almacenamiento, posiblemente debido a que sus estomas y lenticelas son grandes y permiten un intercambio de agua entre el fruto y el medio externo.
- El tratamiento que mantuvo una estabilidad de sólidos solubles totales y ácidos fue el estado de madurez T1 (80% verde, 20% amarillo), dado a que sus grados Brix crecieron lentamente, manteniendo la proporción de ácido málico y azúcares que hacen que la fruta sea más apetecida al consumirla.

- En la firmeza se evidencio una disminuci3n considerable durante las pruebas, causado por la deshidrataci3n del fruto, el rompimiento de la pared celular, degradaci3n de pol3meros como pectinas y propectina; que hace que la pera no se vea tan apetecida para consumirla.
- El pH y la acidez titulable decrecieron durante los catorce d3as de realizadas las pruebas, causado principalmente por la alta respiraci3n que tuvo el fruto dado a sus condiciones ambientales y de almacenamiento.
- La mayor3a de los tratamientos presentaron una p3rdida considerable en su peso, lo que nos indica que este fruto a temperatura ambiente y a bajas humedades relativas, es susceptible a deshidratarse en el almacenamiento, posiblemente debido a que sus estomas y lenticelas son grandes y permiten un intercambio de agua entre el fruto y el medio externo.
- Se realiz3 la tabla colorim3trica mostrando cada uno de los estados de madurez y algunas caracter3sticas de la fruta que a3n no se hab3a realizado dentro de la Universidad Pedag3gica y Tecnol3gica de Colombia.

10. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio donde se determinen las mejores condiciones de almacenamiento para el fruto, partiendo que en esta investigación se obtuvieron variables que pueden predecir el comportamiento de la pera en los diferentes estados de madurez.
- Se plantea que la escuela de Administración de Empresas Agropecuarias adquiera el programa estadístico SAS con fines académicos, dado a que es una herramienta esencial para este tipo de investigaciones.
- Desarrollar este mismo estudio en las diferentes frutas de la región con el fin de contribuir al mejoramiento y calidad para poder ser más competitivos en el mercado nacional.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Agronet, 2014. <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/>. Consulta el 28 abril de 2015.
- Alvares Julián y Sánchez Enrique. 2010. Pera Williams Manual para el productor y el empacador.
http://inta.gob.ar/documentos/perawilliams/at_multi_download/file/Manual_Pera_Williams.pdf. Consulta el 28 abril de 2015.
- Anuario estadístico, 2011. Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2007-2011 y sus calendarios de siembras y cosechas resultados evaluaciones agropecuarias municipales 20.
<http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/ANUARIO%20ESTADISTICO%20DE%20FRUTAS%20Y%20HORTALIZAS%202011.pdf>. Consulta el 28 abril de 2015.
- Artículo, 2014. Índices de Cosecha. <http://poscoindicesdecosecha.blogspot.com/>. Consulta el 29 abril de 2015.
- Bautista Manuel, 2011. Efecto de la utilización de doble línea de riego por goteo en el cultivo de pera (*Pyrus communis* L.) variedad triunfo de Viena,
http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/32466/32844; consulta el 27 de abril de 2015.
- Bonilla Daniel, 2002. Poscosecha hortofrutícola. Primera edición. Editorial UNAD. Bogotá DC. 77P.
- Cardona Leónidas y Velásquez Héctor, 2012.
<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/136/1/10.%20163-192.pdf>. Consulta el 7 de octubre de 2015.
- Díaz Edith, Martínez Efraín y Méndez Luz (2008). Guía para prácticas de laboratorio de poscosecha en vegetales.

- Diccionario free dictionary, 2015. <http://es.thefreedictionary.com/pera>. Consulta 29 abril de 2015.
- Expofrut. 2013. www.expofrut.com.ar. Consulta el 26 abril de 2015.
- Gallo, f. 1996. Manual de fisiología, patología post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Convenio Sena, armenia. pp. 10-41.
- Guarín Hollman y Ramírez Edwin, (2014). Determinación del punto óptimo de cosecha de los frutos de manzana (Malus Communis, var Anna) con base en el comportamiento de los principales parámetros fisicoquímicos y fisiológicos durante la poscosecha.
- Hernández María, Barrera Jaime y Melgarejo Luz. 2014. fisiología poscosecha. http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf. Consulta el 28 abril de 2015.
- Infoagro, 2009. El cultivo de la pera. http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/peras.htm. Consulta el 29 abril de 2015.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2013. <http://tienda.icontec.org/brief/NTC695.pdf>. Consulta el 29 abril de 2015.
- López Camelo Andrés, 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. https://books.google.com.co/books?id=xf1zTXxRGMgC&pg=PA103&dq=solidos+solubles+totales+en+frutas&hl=es419&sa=X&ved=0CDEQ6AEwBWoVChMI0aL1gJapyAIVE_KAC_h04rQMj#v=onepage&q=solidos%20solubles%20totales%20en%20frutas&f=false. Consulta 04 de Octubre de 2015.

- Miranda Diego, Fischer Gerhard y Carranza Carlos. 2013. los frutales caducifolios en Colombia. Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo.
http://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/publication/259339482_Los_frutales_caducifolios_en_Colombia_Situacin_actual_caracterizacin_de_sistemas_de_produccion_y_plan_de_desarrollo/links/00b7d52b194cb4eb31000000.pdf. Consulta el 27 de abril de 2015.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2015
<http://www.fao.org/3/a-i3942s.pdf>. Consulta el 27 abril de 2015.
- Ospina Diana; Ciro Héctor y Aristizába Iván. 2007. determinación de la fuerza de la fractura superficial y fuerza de firmeza en frutas de lulo (*solanum quitoense* x *solanum hirtum*).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S030428472007000200018&script=sci_arttext. Consulta el 3 de octubre de 2015.
- Pacheco Tatiana y Vivas Roció, 2006. relación entre la intensidad respiratoria y las propiedades fisicoquímicas del banano (*musa sapientum* L) var. criollo, tomate de árbol (*solanum betaceum*) var. morada y mango (*mangifera indica* L) var. azúcar.
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15583/00798449.pdf?sequence=1>. Consulta 4 de octubre de 2015.
- Puentes Gloria, 2006. Sistema de producción de frutales caducifolios en el departamento de Boyacá.
<http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ed/article/view/344>. Consulta el 30 de abril de 2015.
- Parra Alfonso, Hernández Tamayo y Camacho José, 2013. Comportamiento fisiológico de la pera variedad triunfo de Viena (*Pyrus communis* L.) durante el período poscosecha.
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452006000100015&script=sci_arttext. Consulta el 27 de abril de 2015.

- Revista semana, 2012. Así es la Colombia rural.
<http://www.semana.com/especiales/pilares-tierra/asi-es-la-colombia-rural.html>. Consulta el 28 abril de 2015.
- Solarte María, Hernández María, Morales Alicia, Trujillo Juan y Melgarejo Luz. 2005. caracterización fisiológica y bioquímica del fruto de guayaba durante la maduración.
http://www.bdigital.unal.edu.co/8536/20/05_Parte_01_Cap03.pdf. Consulta el 7 Abril de 2015.
- Wayne, W y Vásquez, J. 1994. Cultivo de pera.
http://inta.gob.ar/documentos/perawilliams/at_multi_download/file/Manual_Pera_Williams.pdf. Consulta el 30 de abril de 2015.

12. ANEXOS

ANEXO 1. Higrómetro y termómetro para la medición de la humedad relativa y la temperatura.



ANEXO 2. Grados de madurez del fruto del peral [*Pyrus Communis*, (L). Burn] cv. Triunfo de Viena)



ANEXO 3. Realización de las pruebas fisicoquímicas y fisiológicas en el laboratorio poscosecha de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia seccional Duitama.



ANEXO 4. Presencia de deshidratación en la pera causado principalmente por la alta respiración del fruto.



ANEXO 5. Medición de la tasa respiratoria.

